

JP 08-290571
Q83797

Ink jet recording head for high speed printing with wire dot record head - has displacement producing mechanism with longitudinal vibration mode, when it contracts ink is sucked from reservoir into pressure chamber

Patent Assignee: SEIKO EPSON CORP

Inventors: KITAHARA T

| Patent Family | | | | | | | |
|---------------|------|----------|--------------------|------|----------|--------|------|
| Patent Number | Kind | Date | Application Number | Kind | Date | Week | Type |
| EP 728583 | A2 | 19960828 | EP 96102765 | A | 19960223 | 199639 | B |
| JP 8290571 | A | 19961105 | JP 9645402 | A | 19960207 | 199703 | |
| US 5754204 | A | 19980519 | US 96606264 | A | 19960223 | 199827 | |
| EP 728583 | B1 | 19991215 | EP 96102765 | A | 19960223 | 200003 | |
| DE 69605586 | E | 20000120 | DE 605586 | A | 19960223 | 200011 | |
| | | | EP 96102765 | A | 19960223 | | |

| | | | | | | |
|------------|----|----------|------------|---|----------|--------|
| JP 3422349 | B2 | 20030630 | JP 9645402 | A | 19960207 | 200343 |
|------------|----|----------|------------|---|----------|--------|

Priority Applications (Number Kind Date): JP 9645402 A (19960207); JP 9559893 A (19950223)

Patent Details

| Patent | Kind | Language | Page | Main IPC | Filing Notes |
|--|------|----------|------|--------------|--------------|
| <u>EP 728583</u> | A2 | E | 15 | B41J-002/045 | |
| Designated States (Regional): DE FR GB | | | | | |
| JP 8290571 | A | | 9 | B41J-002/045 | |
| <u>US 5754204</u> | A | | | B41J-002/045 | |
| <u>EP 728583</u> | B1 | E | | B41J-002/045 | |
| Designated States (Regional): DE FR GB | | | | | |

| | | | | | |
|-------------|----|--|---|--------------|----------------------------------|
| DE 69605586 | E | | | B41J-002/045 | Based on patent EP 728583 |
| JP 3422349 | B2 | | 9 | B41J-002/045 | Previous Publ. patent JP 8290571 |

Abstract:

EP 728583 A

The ink jet recording head includes a pressure chamber (28), communicating with a nozzle opening (20) of a nozzle plate (27), and a reservoir (30), through an ink supply port (29). A displacement producing mechanism produces volume displacement in the pressure chamber in response to a driving signal.

An interval M_n of the nozzle opening and an interval M_s of the ink supply port have the following relationship, M_n divided by $(M_n + M_s)$ is greater than 0.5.

The displacement producing mechanism has a longitudinal vibration mode, and when it contracts ink is sucked from the reservoir into the pressure chamber. When the mechanism extends an ink drop is ejected from the nozzle opening.

ADVANTAGE - Can print at higher speed than wire dot record head or thermal transfer record head, and at density of similar level as that of thermal transfer record head.

Dwg.3/9

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 10889146

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-290571

(43) 公開日 平成8年(1996)11月5日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 | |
|---------------------------|-------|--------|---------|--------|---------|
| B 4 1 J | 2/045 | | B 4 1 J | 3/04 | 1 0 3 A |
| | 2/055 | | | | 1 0 3 H |
| | 2/16 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

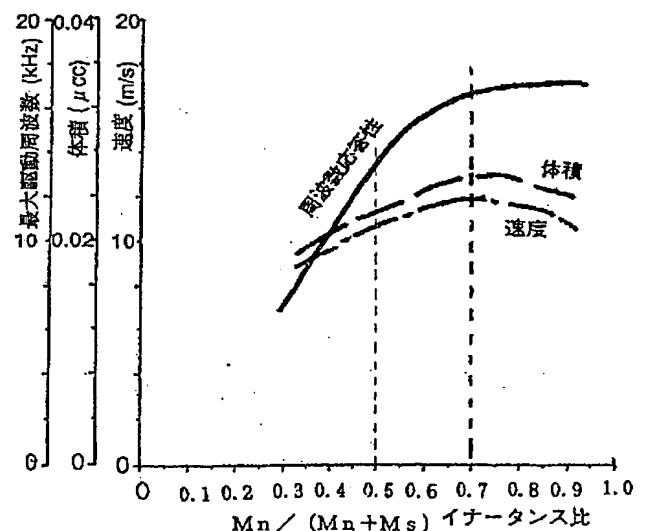
| | | | |
|--------------|----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平8-45402 | (71) 出願人 | 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996)2月7日 | (72) 発明者 | 北原 強 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平7-59893 | (74) 代理人 | 弁理士 木村 勝彦 (外1名) |
| (32) 優先日 | 平7(1995)2月23日 | | |
| (33) 優先権主張国 | 日本 (J P) | | |

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 印字品質を落すことなく、高速駆動が可能なインクジェット式記録ヘッドを提供すること。

【解決手段】 ノズルプレートとのノズル開口に連通するとともに、インク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室と、駆動信号により前記圧力発生室に容積変化を生じさせる縦振動モードを備えた圧電振動子とを備え、ノズル開口のイナータンス M_n と、インク供給口のイナータンス M_s が、 $0.5 < M_n / (M_n + M_s)$ であるインクジェット式記録ヘッドを用いて、圧力発生室へのインク吸引に伴う慣性エネルギーによりメニスカスを急速にノズル開口に復帰させてノズル開口近傍でインク吐出させ、もって球形に近いインク滴を発生させる。また、圧力発生室にインクを吸引するための圧電振動子の収縮時間、及びノズル開口からインク滴を吐出させるための圧電振動子の伸長時間とを $1/f$ (ただし、 f はヘルムホルツ共振周波数) として、メニスカスの残留振動を可及的に小さくして高速駆動を可能とする。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズルプレートのノズル開口に連通するとともに、インク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室と、駆動信号により前記圧力発生室に容積変化を生じさせる変位発生手段を備え、前記ノズル開口のイナータンス M_n と、前記インク供給口のイナータンス M_s が、

$$0.5 < M_n / (M_n + M_s)$$

であるインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 前記変位発生手段が縦振動モードを備え、収縮により前記リザーバから前記圧力発生室にインクを吸引させ、また伸長により前記ノズル開口からインク滴を吐出させることを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 前記圧電振動子の固有振動周波数がヘルムホルツ共振周波数に等しいことを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 前記圧電振動子の固有振動周波数がヘルムホルツ共振周波数の2倍以上であることを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 前記圧力発生室にインクを吸引するための前記変位発生手段の収縮時間、及び前記ノズル開口からインク滴を吐出させるための前記変位発生手段の伸長時間とを $1/f$ （ただし、 f はヘルムホルツ共振周波数）に設定したことを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 前記圧力発生室にインクを吸引するための前記変位発生手段の収縮時間、及び前記ノズル開口からインク滴を吐出させるための前記変位発生手段の伸長時間とを、前記変位発生手段の固有振動周期の2倍以上で、かつ $1/f$ （ただし、 f はヘルムホルツ共振周波数）に等しくなるように設定したことを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 前記ノズル開口のイナータンス M_n と、前記インク供給口のイナータンス M_s が、

$$0.5 < M_n / (M_n + M_s) < 0.7$$

に設定されていることを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 前記ヘルムホルツ共振周波数 f が50kHz以上であることを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 前記ヘルムホルツ共振周波数 f が100kHz以上であることを特徴とする請求項1のインクジェット式記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術の分野】本発明は、圧力発生室を印字信号により作動する圧電振動子により圧力発生室を収縮させてノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドに関する。

2

【0002】

【従来の技術】インクジェット式記録ヘッドは、ワイヤドット式記録ヘッドや、熱転写式記録ヘッドに比較し高速印刷が可能な上、熱転写式記録ヘッドと同等の高い密度での印刷が可能であるため、これらのヘッドを使用した記録装置を徐々に駆逐する形で広く普及し、静電印刷方式を用いたページプリンタに比肩しようとしている。ところで、インクジェット式記録ヘッドには、圧力発生室に発熱手段を收容して熱エネルギーによりインクを瞬間的に気化させ、この時の圧力によりインク滴を吐出させる方式と、弾性変形可能な圧力発生室を、一部が弾性変形可能に構成し、これを圧電振動子により圧縮してインク滴を吐出させる方式に分けられ、後者の方式は、圧電振動子の伸長速度や、メニスカスの相対的關係を持たせて圧力発生室を押圧することが可能なため、品質の高い印刷が可能であるという特徴を備えている。

【0003】しかしながら、一方では、安定した印字品質を得るためには、メニスカスの位置と圧電振動子による圧力発生室の圧縮時点との微妙な制御が必要で、このため従来からいろいろな制御方式が提案されている。例えば、米国特許第4697193号明細書に記載されたように、ヘルムホルツ共振周波数が10kHz以上、100kHz以下となるように圧力発生室を形成するとともに、圧電振動子を収縮させて圧力発生室を膨張させ、これにより圧力発生室にインクを吸引する。圧力発生室の膨張によりノズル開口のメニスカスが圧力発生室側に所定の位置まで後退した時点を見計らって、圧電振動子を膨張させて圧力発生室を圧縮してインク滴を吐出させる記録ヘッドが提案されている。

【0004】このような記録ヘッドによれば、インク吐出時のメニスカスが一定しているため、インク滴形成周期、つまりドット形成の繰り返し周期に関りなく、インク滴の体積、及びインク滴の飛翔速度が一定となり、印刷されるドットの濃度、及び位置が安定するという利点がある。

【0005】しかしながら、メニスカスをノズル開口表面から或程度圧力発生室側に引き込んだ状態で圧力発生室を圧縮してインク滴を吐出させるため、インク滴が柱状となる傾向にある。

【0006】このような吐出されたインク滴の形状は、記録ヘッドの送り速度が低い場合には特に大きな問題とはならないが、高速印字のために記録ヘッドの移動速度が大きくなると、同一インク滴の先頭部分と最後の部分との記録用紙に到達する時間差に起因してドットが、記録ヘッドの移動方向に流れるように印刷されて、楕円形となり、印刷品質が低下するという問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは駆動周波数を落すことなく、可及的に球形のインク

(3)

3

滴を吐出させることができる新規なインクジェット式記録ヘッドを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、ノズルプレート27のノズル開口に連通するとともに、インク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室と、駆動信号により前記圧力発生室に容積変化を生じさせる変位発生手段を備え、前記ノズル開口のイナータンス M_n と、前記インク供給口のイナータンス M_s が $0.5 < M_n / (M_n + M_s)$ となるように設定した。

【0009】

【作用】圧力発生室へのインク吸引に伴う慣性エネルギーによりメニスカスを急速にノズル開口に復帰させてノズル開口近傍でインク吐出を行わせて球形に近いインク滴を吐出させる。また、圧力発生室にインクを吸引するための圧電振動子の伸長時間、及びノズル開口からインク滴を吐出させるための圧電振動子の収縮時間とが $1/f$ に設定することにより、メニスカスの残留振動を小さくして、高い周波数での駆動を可能ならしめる。

【0010】

【発明の実施の形態】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1は本発明の記録ヘッドを使用したインクジェット式記録装置の一実施例を示すものであって、図中符号1は、後述する本発明のインクジェット式記録ヘッドで、この実施例ではインクタンク2とともに、案内部材4、4によりプラテン9の軸方向に移動可能に支持されたキャリッジ3に搭載されており、図2に示したように紙送り方向に一定の間隔でノズル開口が形成されている。キャリッジ3は、一端がアイドルローラ6に、他端がパルスモータ8の軸に固定された駆動ローラ7に張設されたタイミングベルト5に接続され、図中符号1・3で示す矢印の方向に移動可能に構成されている。

【0011】一方、プラテン9は、紙押さえローラ10、11により記録用紙12がセットされ、図中符号14で示す矢印の方向に記録用紙を紙送りできるように図示しない駆動源に接続されている。

【0012】図3は、前述のインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図中符号28は、圧力発生室で、流路板26に穿設した通孔の一方側をノズルプレート27により、また他方側を後述する圧電振動子21により弾性変形を受ける弾性板24により封止して形成されている。圧力発生室28は、一端がノズル開口に連通し、また他端がインク供給口29を介してリザーバ30に接続されている。

【0013】図中符号21、21は、前述の圧電振動子で、一端がノズル開口20、20……の配列ピッチに合わせて基台22に固定され、また他端が当接部材23を介して圧力発生室28を形成する弾性板24に当接され

4

ている。この当接部材23は、圧電振動子21よりも長いサイズに構成されていて、圧力発生室28の広い範囲を押圧して、圧電振動子21の駆動エネルギーをインク吐出のために効率良く使用するための機能を備えている。

【0014】この圧電振動子21、21は、圧電材料Pと導電層Eを交互に積層して構成され、導電層間に駆動信号が印加されると、軸方向に伸長し、また駆動信号が無くなると収縮するという、軸方向に伸長収縮する縦振動モードを備えており、たわみ振動モードの圧電振動子に比較して高速駆動が可能で、その固有振動周波数を50 kHzから400 kHzに設定することができる。これを利用して本発明においては、圧電振動子21の固有振動周波数は、圧力発生室28のヘルムホルツ共振周波数 f にほぼ一致するように構成されている。

【0015】なお図中符号25は、可撓板24、流路板26、ノズルプレート27、及び基台22を固定するフレームを示す。

【0016】ところで、圧力発生室28のインクの圧縮性に起因するコンプライアンスを C_i 、また圧力発生室28を形成している弾性板24、ノズルプレート27、流路板26の材料自体による剛性コンプライアンスを C_v 、ノズル開口20のイナータンスを M_n 、インク供給口29のイナータンスを M_s とすると、圧力発生室28のヘルムホルツ周波数 f は、

$$f = 1 / 2\pi \times \sqrt{\{ (M_n + M_s) / (C_i + C_v) (M_n \times M_s) \}}$$

により表すことができる。

【0017】なお、コンプライアンス C_i は、圧力発生室28の体積を V 、インクの密度を ρ 、インク中での音速を c とすると、

$$C_i = V / \rho c$$

により表すことができる。

【0018】さらに圧力発生室28の剛性コンプライアンス C_v は、圧力発生室28に単位圧力を印加したときの圧力発生室28の静的な変形率に一致する。

【0019】本発明においては、縦振動モードの圧電振動子21を使用してリザーバからのインクの吸引、及びノズル開口からのインクの吐出を行うため、圧力発生室は、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室は、長さが0.5乃至2mmで、幅0.1乃至0.2mm、深さ0.05乃至0.3mmで、そのヘルムホルツ共振周波数は50 kHz乃至200 kHzとなる。

【0020】すなわち、縦振動モードの圧電振動素子により圧力発生室の容積を変化させる場合には、その先端を圧力発生室を構成している弾性板に当接させればよく、当接面積が極めて小さく、また圧電振動子自体の剛性が、たわみ振動モードの圧電振動素子に比較して極めて大きいため、高い圧力を発生させることが可能となり、これらの相乗効果として圧力発生室を極めて小さく構成しても十分な量のインク滴を吐出することができ

(4)

6

る。

【0021】このようにヘルムホルツ周波数 f が極めて高いため、ノズル開口20やインク供給口29の慣性（インピーダンス）つまりそのイナータンスにヘルムホルツ周波数 f の角周波数 $\omega = 2\pi f$ を乗じた値、 ωM_n 、 ωM_s が、ノズル開口20とインク供給口29との粘性抵抗 R_n 、 R_s よりも大きくなり、エネルギーが保存されることになる。このため、圧力発生室の膨張が停止しても圧力発生室内には、慣性によりインク流が保存されることになり、メニスカスがより積極的に運動を行うことになる。

【0022】すなわち、図4に示したように圧電振動子21の収縮させて弾性板24に圧力発生室28を膨張させる方向の力40を加えると、圧力発生室28に負圧が生じ、インク供給口29を経由してリザーバ30から圧力発生室28へのインクの流れ41が生じ、同時にノズル開口20のメニスカス43を圧力発生室側に引き込むような流れ42が生じる（I）。

【0023】この際、前述したように圧力発生室28のヘルムホルツ共振周波数 f が50kHz以上を選択されて、特にノズル開口20のイナータンスを大きく選択しておく、リザーバ30から圧力発生室28へのインクの慣性流44が大きくなり、圧力発生室側に引き込まれていたメニスカス43を押し戻してメニスカス43を急速に元の位置、つまり圧力発生室28が膨張する前の位置に復帰させることになる（II）。

【0024】メニスカス43が元の位置に戻った段階で弾性板24に力46を加えた圧力発生室28を収縮させると、吐出するインク滴45の形状が可及的に球形となるとともに、この時点でも前述のノズル開口20に向かう慣性流24が存在するため、これに圧力発生室28の収縮によりインク流48が重畳されて、慣性流44のエネルギーが上乗せされてインク滴が吐出し、インク滴が高速で吐出することになる（III）。なお、符号47は、リザーバに戻るインク流を示す。

【0025】したがって、インク吸引開始から、吐出されたインク滴が可及的に球形に近い形状となる吐出タイミング、つまり静止時におけるメニスカスの位置に復帰するまでの時間が極めて小さく、したがってインク吸引、インク吐出という1印字サイクルの周期を短くすることが可能となる。

【0026】一方、前述したように圧電振動子21は、その共振周波数がヘルムホルツ共振周波数 f にほぼ一致するように構成されているから、上記圧力発生室の膨張する工程、つまり圧電振動素子の収縮工程、及び圧力発生室の収縮工程、つまり圧電振動子の伸長工程を、一様に上昇する電圧、及び一様に降下する電圧をヘルムホルツ共振周波数 f に一致、つまり時間 $1/f = \tau_1$ 、 $1/f = \tau_2$ の時間をかけて印加することにより（図5 I）、圧力発生室28を構成している弾性板24、及び圧電振動

子21の残留振動を可及的に小さく抑えることができ（図5 II）、したがってインク滴吐出後におけるメニスカスも速やかに平定することになる（図5 III）。
【0027】これにより、例えば上記圧力発生室28のヘルムホルツ共振周波数を100kHzに、また圧電振動子21の固有振動周期を100kHzに設定すると、インク滴吐出の周期、つまりインクジェット記録ヘッドの駆動周波数を最大35kHzとすることが可能となる。

【0028】上述のように圧力発生室28のヘルムホルツ共振周波数 f を大きく設定すると、慣性流の効果をj 10 用して圧力発生室膨張後におけるノズル開口20へのメニスカスの復帰に要する時間を短縮して、球形のインク滴を速い繰り返し周波数で吐出させることができるが、本発明者等は、さらにノズル開口20のイナータンス M_n と、インク供給口29のイナータンス M_s との最適化を行えば、さらに印字品質が向上できることを見した。
【0029】図6に示したようにノズル開口のイナータンス M_n とインク供給口のイナータンス M_s との和（ $M_n + M_s$ ）に対するノズル開口のイナータンス M_n の比、 $M_n / (M_n + M_s)$

つまり、ノズル開口側における慣性流が占める割合を0.3から大きくする程、インク滴の速度、及びインク滴の体積が上記イナータンス比に比例して大きくなり、ほぼ0.7程度で最大となり、以後イナータンス比が大き

くつれて徐々に減少する。
【0030】イナータンス比 $M_n / (M_n + M_s)$ が小さくなると、圧力発生室28の膨張に伴うメニスカスがノズルプレート27近傍を移動範囲としている間は、戻り時間が一定となるため、駆動周波数にはそれほどの低下は見られないが、イナータンス比が0.5以下になると、メニスカスがノズルプレート27を離れて圧力発生室28内にまで、侵入するようになり、戻りに要する時間が急速に長くなり、駆動周波数も急速に低下する。

【0031】本発明は、このような現象を積極的に利用したもので、駆動周波数を落すことなく、インク滴の速度、及び体積を実用上十分な値に維持するため、上記イナータンス比 $M_n / (M_n + M_s)$ を0.5以上の値、より好ましくは、0.5以上から0.7以下程度の値を選択し、しかも前述したようにヘルムホルツ共振周波数を50kHz以上として慣性流の効果によるノズル開口近傍でのインク吐出により吐出するインク滴の形状を球形とさせることに成功したものである。

【0032】なお、上述の実施例においては、圧電材料Pに形成された導電層E、Eの配列方向に直行する方向の伸長、収縮を利用する圧電振動子を用いた場合に例をj 40 採って説明したが、図7に示したように導電層E、Eの積層方向に平行な方向に伸長、収縮する圧電振動子51を用いても同様の作用を奏することは明らかである。

【0033】図7は、本発明が適用可能な他のインクジ

(5)

7

エット式記録ヘッドの他の実施例を示すもので、図中符号51は、縦振動モードを備えた圧電振動子で、導電層E、Eと圧電材料Pを交互に積層して、その積層方向に伸長、収縮する形式のもので、一端が基台50に固定され、また他端が弾性板58に当接されている。

【0034】57は、フレームで、圧電振動子51を挟むようにしてこれの両側に、圧電振動子51、51の配列方向に延びるリザーバ55、56が形成され、これの上面に前述の弾性板58が設けられている。弾性板58には後述する圧力発生室70にインクを供給するための窓59、60が設けられている。

【0035】61は、流路板で、圧電振動子51、51、……の配列に合わせて圧力発生室70、70……となる長孔が両側のリザーバ55、56に到達するように穿設され、インク供給口71、71を介して圧力発生室65にインクを供給する流路を形成している。63は、ノズルプレートで、流路板61の他面を封止する機能を備え、圧電振動子51、51、51……に対向する位置にノズル開口64、64、64……を穿設して構成されている。

【0036】そして、この圧力発生室70は、前述と同様にそのヘルムホルツ周波数 f が50kHz乃至200kHz程度に選ばれ、また圧電振動子51、51、51……の固有振動周波数も圧力発生室70、70、70……のヘルムホルツ周波数 f に選ばれている。

【0037】これにより、圧電振動子51を収縮させて弾性板58に圧力発生室65を膨張させる方向の力73を発生させると、圧力発生室65に負圧が生じて、両側のインク供給口71、71を経由してリザーバ55、56から圧力発生室65へのインクの流れ74、74が生じ、同時にノズル開口64のメニスカス72を圧力発生室側に引き込むような流れ75が生じる(I)。

【0038】この際、前述したように圧力発生室65のヘルムホルツ共振周波数 f が50kHz以上に選択されていて、特にインク供給口71、71のイナータンスを大きく選択しておく、リザーバ55、56から圧力発生室65へのインクの慣性流74、74が大きくなり、圧力発生室側に引き込まれていたメニスカス72を押し戻されてメニスカス72を急速に元の位置、つまり圧力発生室65が膨張する前の位置に復帰させることになる(II)。

【0039】メニスカス72が元の位置に戻った段階で弾性板58に力77を加えて圧力発生室65を収縮させると、吐出するインク滴80の形状が可及的に球形となるとともに、この時点でも前述のノズル開口64に向かう慣性流76が存在するため、これに圧力発生室65の収縮によりインク流が重畳されて、慣性流76のエネルギーが上乘せられてインク滴が吐出し、インク滴が高速度で吐出することになる(III)。なお、符号78、78は、両側のリザーバ55、56に戻るインク流を示す。

8

【0040】したがって、インク吸引開始から、吐出されたインク滴が可及的に球形に近い形状となる吐出タイミング、つまり静止時におけるメニスカスの位置に復帰するまでの時間が極めて小さく、したがってインク吸引、インク吐出という1印字サイクルの周期を短くすることが可能となる。

【0041】一方、前述したように圧電振動子51は、その共振周波数がヘルムホルツ共振周波数 f にほぼ一致するように構成されているから、上記圧力発生室の膨張工程、つまり圧電振動子51の収縮工程、及び圧力発生室の収縮工程、つまり圧電振動子の伸長工程を、一様に降下する電圧、及び一様に上昇する電圧をヘルムホルツ共振周波数 f に一致、つまり時間 $1/f = \tau_1$ 、 $1/f = \tau_2$ の時間をかけて印加することにより(図9 I)、圧力発生室65を構成している弾性板58、及び圧電振動子51の残留振動を可及的に小さく抑えることができ(図9 II)、したがってインク滴吐出後におけるメニスカスも速やかに平定することになる(図9 III)。

【0042】そしてノズル開口64のイナータンス M_n と2つのインク供給口71、71の合計のイナータンス M_s' との和($M_n + M_s'$)に対するノズル開口のイナータンス M_n の比 $M_n / (M_n + M_s')$ 、つまりノズル開口側における慣性流が占める割合を0.3から徐々に大きく設定していくと、インク滴の速度、及びインク滴の体積が比例して大きくなり、ほぼ0.7程度で最大となり、以後イナータンス比が大きくなるにつれて徐々に減少する。

【0043】イナータンス比が大きくなると、圧力発生室65の膨張に伴うメニスカス72がノズルプレート63近傍を移動範囲としている間は、戻り時間が一定となるため、応答周波数にはそれほど低下は見られないが、イナータンス比が0.7を越えると、メニスカスの振動の減衰率が低下している分だけメニスカスが平定するに要する時間が長くなり、したがって周波数応答性が向上せず、飽和する傾向にある。

【0044】上記イナータンス比についてさらに説明する。イナータンス比を0.5よりも小さく設定すると、圧力発生室65に連通するインク供給口71の流路抵抗が大きくなるため、インク滴吐出後に発生するメニスカス72は、その運動が減衰しやすくなるが、同時に慣性流の効果も低下するため、ノズル開口側への移動の際に受ける慣性流の影響が小さくなり、メニスカスの移動速度が低下することになる。

【0045】この結果、インク滴吐出可能位置つまりニュートラル位置にメニスカス72が復帰に要する時間が大きくなり、周波数応答性が低下し、同時に慣性流の影響が少ない分、運動エネルギーが低くなって、吐出されるインク滴の体積と飛翔速度が低下することになる。

【0046】一方、イナータンス比を0.7よりも大きく設定した場合には、圧力発生室65に連通するインク

9

供給口71の流路抵抗が小さくなるため、メニスカスの復帰速度が速くなるものの、慣性流がノズルのメニスカスのニュートラルの位置を越えオーバーシュートするため、メニスカスの振動が発振する。そして前述したようにメニスカスの振動の減衰率が低下して分だけメニスカスの平定に要する時間が長くなり、周波数応答性が飽和する。

【0047】さらに慣性流の効果が大きくなってメニスカスの戻りの際の速度が大きくなるものの、勢いが余ってメニスカス72がノズル開口64から突出するため、ノズルプレート63のノズル開口近傍をインクで濡らすことになる。そしてメニスカス72の減衰率が低下している分だけ、キャリッジの移動による振動などが外乱としてメニスカス72に作用しやすくなってメニスカス72の位置が不安定になり、最終的には印字品質を低下させることになる。

【0048】これらに対してイナータンス比 $M_n / (M_n + M_s)$ を0.5乃至0.7の範囲に設定すると、圧電振動子51が収縮を完了して圧電振動子51が伸長を開始するまでの待機時間、つまり引き込まれたメニスカス72がノズル開口のニュートラルな位置に戻るまでの時間がヘルムホルツ共振周波数 f 分の1($1/f$)程度となる。メニスカス72が時間 $1/f$ でニュートラルな位置に戻ると、引き続き圧電振動子51の伸長による振動が重畳されるため、メニスカス72に作用するエネルギーが大きくなる。この結果、インク滴の体積、及び吐出速度が大きくなり、しかもインク切れが良くなるためその形状が球形となる。

【0049】したがって、前述したように上記イナータンス比を0.5以上、好ましくは0.5乃至0.7の範囲を選択するとともに、ヘルムホルツ共振周波数を50kHz以上として慣性流をより効果的にメニスカスに作用させて、メニスカス72がノズル開口64の可及的外側に位置した時点でインク滴を吐出させるのが望ましい。

【0050】この実施例において、圧力発生室65のヘルムホルツ共振周波数を100kHzに、また圧電振動子51の固有振動周期を100kHzに設定すると、インク滴吐出の周期、つまりインクジェット記録ヘッドの駆動周波数を最大35kHzとすることが可能となる。

【0051】なお、上述の実施例においては圧力発生室にインクを吸引する際の圧電振動子の収縮時間、及びインク滴吐出の際の圧電振動子の伸長時間を圧電振動子の固有振動周期に一致させているが、圧電振動子の軸方向の長さを短くて固有振動周期が極めて小さい場合には、圧電振動子の伸長、収縮に要する時間を圧電振動子の2倍以上と大きく、かつヘルムホルツ周波数分の1($1/f$)に一致するように設定すると、共振による圧電振動子でのエネルギー保存を積極的に避けることができ、記録ヘッドを多数の圧電振動子で構成した場合にも、圧電

(6)

10

振動子間での固有振動周期のバラつきに起因する圧電振動子間の駆動エネルギーのバラつき無くして印字品質を安定化させることができる。

【0052】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、ノズルプレート63のノズル開口に連通するとともに、インク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室と、駆動信号により前記圧力発生室に容積変化を生じさせる縦振動モードを備えた圧電振動子とを備え、ノズル開口のイナータンス M_n と、インク供給口のイナータンス M_s が、 $0.5 < M_n / (M_n + M_s)$ であるインクジェット式記録ヘッドを用いるので、圧力発生室へのインク吸引に伴う慣性エネルギーによりメニスカスを急速にノズル開口に復帰させてノズル開口の外側近傍でインク吐出させることができ、可及的に球形に近いインク滴を発生させることができる。

【0053】また、圧力発生室にインクを吸引するための圧電振動子の収縮時間、及びノズル開口からインク滴を吐出させるための圧電振動子の伸長時間とを $1/f$ （ただし、 f はヘルムホルツ共振周波数）に設定すれば、メニスカスの残留振動が小さくなって印字速度の向上を図りつつ、円形に近いドットを形成させて印字品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット式記録ヘッド駆動方式が適用されたインクジェット式プリンタの一実施例を示す図である。

【図2】本発明の駆動方式に使用するインクジェット式記録ヘッドのノズル開口の配列を示す図である。

【図3】本発明の駆動方式に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す一部断面斜視図である。

【図4】図(I) (II) (III)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドの動作を示す図である。

【図5】図(I) (II) (III)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドに印加する駆動信号、圧力発生室の体積変化、及びメニスカスの位置を示す図である。

【図6】イナータンス比に対する駆動周波数、インク滴の体積、及びインク滴の速度を示す線図である。

【図7】本発明が適用可能な他のインクジェット式記録ヘッドの実施例を示す一部断面斜視図である。

【図8】図(I) (II) (III)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドの動作を示す図である。

【図9】図(I) (II) (III)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドに印加する駆動信号、圧力発生室の体積変化、及びメニスカスの位置を示す図である。

【符号の説明】

20 ノズル開口

21 縦振動モードを備えた圧電振動子

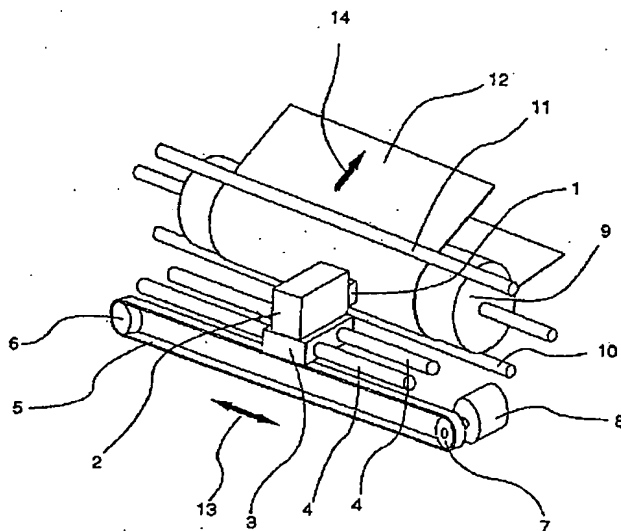
24 弾性板

27 ノズルプレート

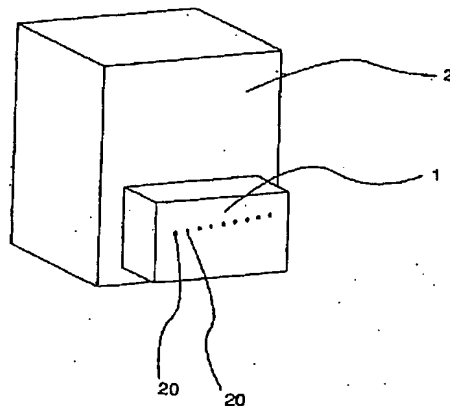
(7)

28 压力発生室

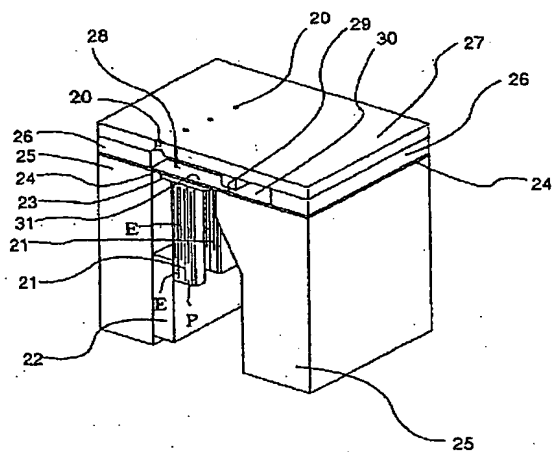
【図1】



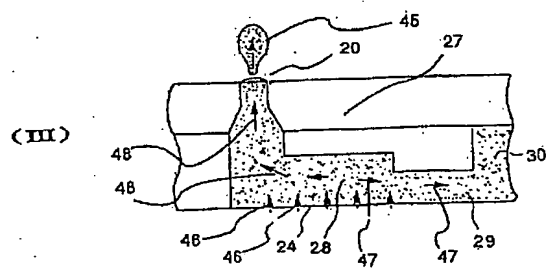
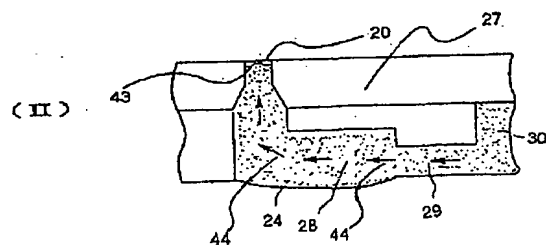
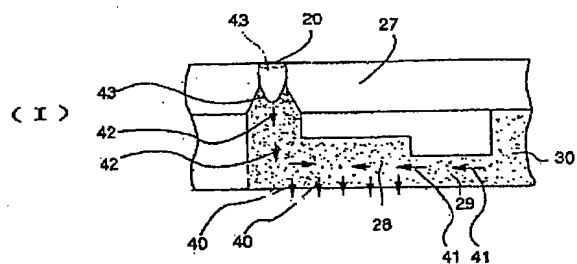
【図2】



【図3】

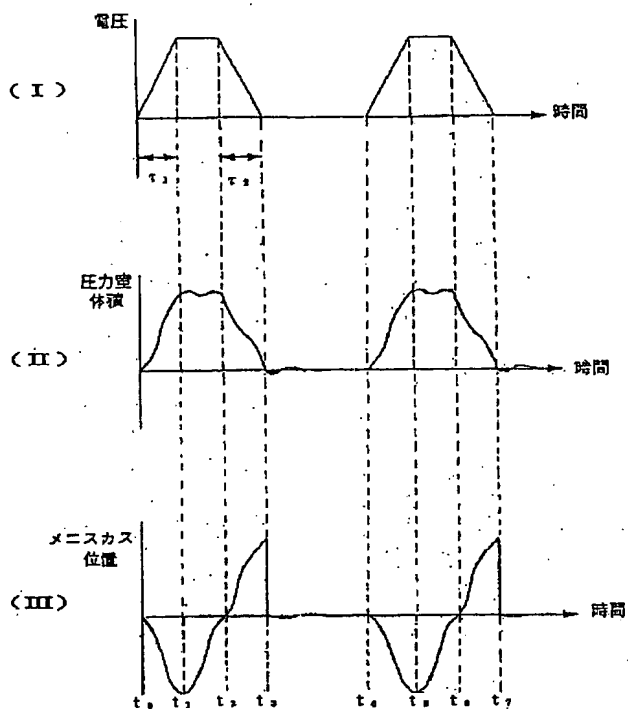


【図4】

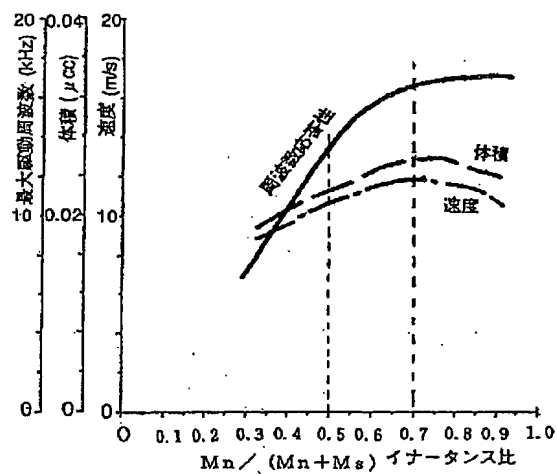


(8)

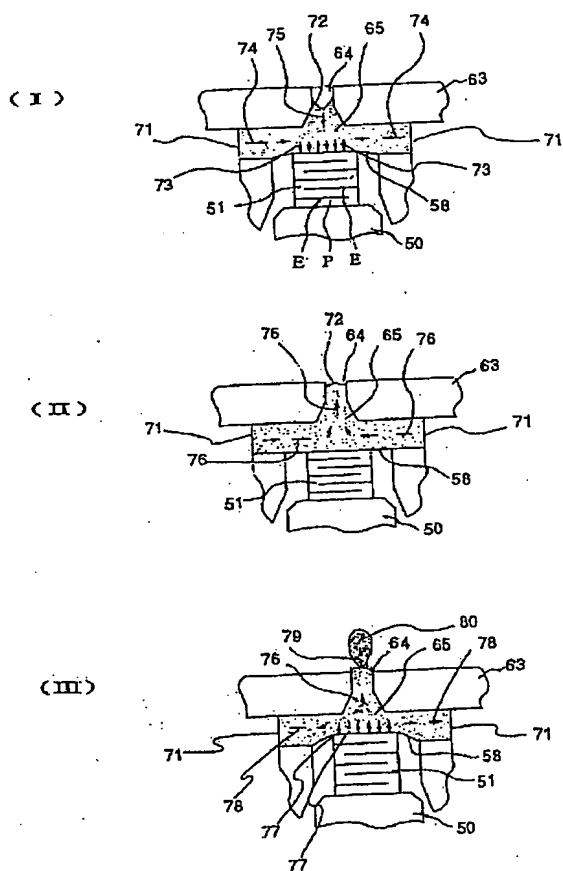
【図5】



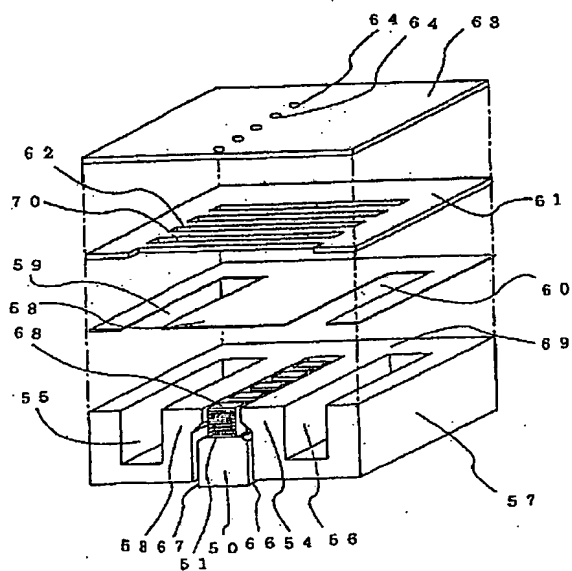
【図6】



【図8】



【図7】



(9)

【図9】

